

Pengaruh Stress Salinitas Terhadap Pertumbuhan, Komposisi Mineral, Kadar Prolin, Zat Antioksidan Kedelai

Effect Of Stress Salinity On Growth, Mineral Composition, Proline Content, Soybean Antioxidant Enzyes

Fitrawan Purwanto Ginting¹, Yenni Asbur^{2*}, Yayuk Purwaningrum², Murni Sari Rahayu², Nurhayati²

¹Mahasiswa Magister Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Islam Sumatera Utara, Jl. Karya Wisata Gedung Johor, Medan 20144, Indonesia

²Program Studi Magister Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Islam Sumatera Utara, Jl. Karya Wisata Gedung Johor, Medan 20144, Indonesia

*Corresponding Author: yenni.asbur@fp.uisu.ac.id

Abstract

Soybeans are one of the main sources of edible vegetable oil and high protein animal feed. It is the most important dicot plant due to its high oil and protein content in its seeds and has been considered a salt sensitive plant that is tolerant of moderate salt. Oxidative stress is also a factor in the abiotic and biotic stress phenomena that occur when there is a serious imbalance between Reactive Oxygen Species (ROS) production and antioxidant defenses. ROS has been considered primarily a hazardous molecule and the concentration should be kept as low as possible. The effect of salt stress on the morphological characteristics of the treated soybean seed was evaluated. To demonstrate the effectiveness of a nodule, nitrogenase activity is measured. At 50 concentrations of 100 mM NaCl no change was observed in nitrogenase activity. To investigate the effect of salt pressure on the K⁺, Na⁺, Ca²⁺ and Mg²⁺ content of soybeans, the ion concentrations were at 0, 50, 100 and 200 mM NaCl. Salinity affects the K⁺ seed content and the K⁺ content decreases by increasing the salinity.

Keywords: Soybean, Salinity, Salt, N Fixation, ROS Activity

Abstrak

Kedelai merupakan salah satu sumber utama minyak nabati yang dapat dimakan dan pakan ternak berprotein tinggi. Ini adalah tanaman dikotil yang paling penting karena kandungan minyak dan proteinnya yang tinggi dalam bijinya dan telah dianggap tanaman sensitif garam yang toleran terhadap garam sedang. Stres oksidatif juga merupakan faktor dalam fenomena stres abiotik dan biotik yang terjadi ketika ada ketidakseimbangan yang serius antara produksi Reactive Oxygen Species (ROS) dan pertahanan antioksidan. ROS telah dianggap sebagai molekul berbahaya dan konsentrasinya harus dijaga serendah mungkin. Pengaruh cekaman garam terhadap karakteristik morfologi benih kedelai yang diberi perlakuan dievaluasi. Untuk mendemonstrasikan keefektifan sebuah nodul, aktivitas nitrogenase diukur. Pada konsentrasi 50 dari 100 mM NaCl tidak ada perubahan yang diamati pada aktivitas nitrogenase. Untuk mengetahui pengaruh tekanan garam terhadap kandungan K⁺, Na⁺, Ca²⁺ dan Mg²⁺ kedelai, konsentrasi ion berada pada 0, 50, 100 dan 200 mM NaCl. Salinitas mempengaruhi kandungan biji K⁺ dan kandungan K⁺ menurun dengan meningkatkan salinitas.

Kata Kunci: Kedelai, Salinitas, Garam, Fiksasi N, Aktivitas ROS

Pendahuluan

Populasi dunia terus meningkat dan jumlah lahan yang subur menurun. Produktivitas pertanian di seluruh dunia

menjadi sasaran peningkatan kendala lingkungan, khususnya terhadap salinitas karena besarnya dampak dan distribusi yang luas. Budidaya tanaman pertanian di tanah dibatasi oleh stres garam, yang

timbul dari pengambilan garam yang berlebihan oleh tanaman dan itu adalah konsistensi tak terelakkan dari konsentrasi ion yang tinggi. Jumlah yang berlebihan dari tanah di tanah, paling sering NaCl, memiliki efek yang merugikan pada pertumbuhan dan produktivitas tanaman (Reynolds et al., 2005, Zilli et al., 2008, Sobhanian et al., 2010). Oleh karena itu penekanan yang lebih besar harus ditempatkan pada membawa sedikit lahan produktif dan saat ini tidak dapat digarap dalam produksi. Sebagian besar lahan yang sebelumnya ditanami habis dari produksi tanaman setiap tahun karena meningkatnya salinitas tanah. Penggunaan air irigasi salin dan aplikasi pupuk merupakan faktor utama yang bertanggung jawab untuk meningkatkan salinitas tanah (Epstein et al., 1980). Salinitas tanah dan air yang dialiriasi adalah masalah yang membatasi hasil pada hampir 40 juta hektar lahan irigasi, yang kira-kira sepertiga dari lahan irigasi di bumi (Norlyn dan Epstein, 1984).

Tanaman yang terkena tekanan mengalami perubahan dalam metabolisme mereka untuk beradaptasi dengan perubahan lingkungan mereka. Garam stres mengubah respon morfologis, fisiologis dan biokimia tanaman. Salinitas mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman secara negatif. Kelebihan garam menyebabkan stres osmotik dan ionik (Munns, 2002, Benlloch-Gonzalez et al., 2005). Efek merusak garam umumnya diamati di seluruh tingkat tanaman. Pada tingkat molekuler tanggapan ini dimanifestasikan sebagai perubahan dalam pola ekspresi gen (Fabre dan Planchon, 2000, Maggio et al., 2002). Penindasan pertumbuhan terjadi di semua tanaman, tetapi tingkat toleransi mereka pada konsentrasi garam yang tinggi sangat bervariasi di antara tanaman yang berbeda (Rabie dan Almadini, 2005). Produksi dan akumulasi Asam Amino Bebas (FAA), terutama prolin oleh jaringan tanaman selama kekeringan, garam dan tekanan air adalah respon adaptif. Proline telah

dianggap memainkan peran penting dalam respon tanaman terhadap stres garam (Gaspar et al., 2002) dan mengusulkan untuk bertindak sebagai zat terlarut yang kompatibel yang menyesuaikan potensi osmotik dalam sitoplasma (Arshi et al., 2005, Bartels dan Sunkar, 2005). Aktivitas Diamine oksidase (DAO, EC: 1.4.3.6) dipromosikan oleh tekanan garam tinggi (Xing et al., 2007). Poliamina bebas terdegradasi melalui DAO dan poliamina oksidase (PAO, EC: 1.5.3.11), dapat berkontribusi terhadap akumulasi proline melalui produksi asam γ -aminobutyric (Bouchereau et al., 1999, Gaspar et al., 2002). Dalam beberapa spesies seperti kedelai yang dikirim ke stres garam, degradasi poliamina gratis dipromosikan (Aziz et al., 1998, Xing et al., 2007) dan konten prolin meningkat secara signifikan (Tonon dkk., 2004, Sotiropoulos, 2007). Dengan demikian, proline dapat digunakan sebagai penanda metabolik dalam kaitannya dengan stres. Proline menghasilkan segera setelah pertemuan sel dengan stres garam dan melindungi membran plasma dan protein terhadap stres (Santoro et al., 1992). Memahami kemampuan tanaman untuk melawan tekanan membuka jalan bagi tanaman manipulasi karena kemampuan mereka dalam toleransi, adaptasi atau tahan terhadap tekanan (Kaviani, 2008).

Kedelai adalah salah satu sumber utama minyak nabati yang dapat dimakan dan pakan ternak protein tinggi. Ini adalah tanaman dikot yang paling penting karena tingginya kandungan minyak dan protein dalam bijinya dan telah dianggap sebagai garam yang sensitif terhadap tanaman yang toleran terhadap garam sedang (Umezawa dkk., 2000, Banzai dkk., 2002, Luo et al., 2005).

Stres oksidatif juga merupakan faktor dalam fenomena stres abiotik dan biotik yang terjadi ketika ada ketidakseimbangan yang serius antara produksi Reactive Oxygen Species (ROS) dan pertahanan antioksidan. ROS telah dianggap terutama sebagai molekul berbahaya dan

konsentrasinya harus dijaga serendah mungkin. Konsep ini telah berubah karena oksigen aktif memiliki banyak fungsi. Misalnya O₂⁻ dan H₂O₂, yang diperlukan untuk lignifikasi dan berfungsi sebagai sinyal dalam respon pertahanan terhadap infeksi patogen (Gratao et al., 2005). Efek negatif dari tekanan lingkungan mungkin sebagian disebabkan oleh generasi ROS. Selama pengurangan O₂ ke H₂O, satu, dua atau tiga elektron transfer toO₂ dapat terjadi untuk membentuk superoksida (O₂⁻), radikal hidroksil (OH[•]), hidrogen peroksida (H₂O₂) dan oksigen singlet (¹O₂). Molekul-molekul ini sangat merusak lipid, asam nukleat dan protein (Gratao et al., 2005). ROS menghasilkan berbagai cedera untuk metabolisme tanaman. Mereka merusak komponen fotosintesis, menonaktifkan protein dan enzim dan permeabilisasi membran dengan menyebabkan peroksidasi lipid (Meloni et al., 2003). Selain itu, peroksidasi lipid yang diinduksi oleh ROS *in vivo* dianggap sebagai mekanisme penting dari deteriorasi membran. Tingkat stres oksidatif sel ditentukan oleh jumlah O₂⁻, H₂O₂, dan OH[•] radikal (Foyer dan Noctor, 2003). H₂O₂ dapat dimetabolisme secara langsung oleh peroksidase, terutama yang di apoplast dan oleh CAT *in vacuole* peroxisome (Gratao et al., 2005).

Mechanisms ROS-pemulungan utama tanaman include enzim seperti superoksida dismutase (SOD, EC 1.15.1.1) katalase (CAT, EC 1.11.1.6) dan glutathion peroxidase (GPX, EC 1.11.1.9). Pemulung utama adalah SOD, yang mengubah O₂⁻ menjadi H₂O₂, yang dieliminasi oleh peroksidase (POD, EC 1.11.1.11). Ketika pertahanan ini gagal menghentikan autooxidation yang merambat sendiri dengan ROS, kematian sel pada akhirnya menghasilkan (Li, 2009).

Bahan dan Metode

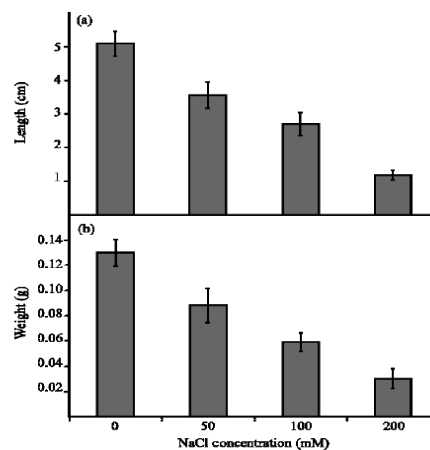
Tulisan ini merupakan review dari berbagai artikel ilmiah sehingga bahan dan metode tidak dijelaskan.

Hasil dan Pembahasan

Pengaruh Garam Stres pada Panjang dan Berat Segar

Efek dari stres garam pada karakteristik morfologi dari bibit kedelai yang dirawat dievaluasi. Tinggi tanaman dan berat badan segar dicatat 4 hari setelah perawatan. Elongasi tanaman dan bobot segar kedelai secara signifikan dikurangi dengan meningkatkan tingkat salinitas (Gambar 1a, b). Meningkatkan tingkat salinitas ke 50, 100 dan 200 mM menghasilkan pengurangan tinggi tanaman 30, 47 dan 76% dan pengurangan berat segar 32, 54 dan 76%, masing-masing. Tingkat panjang dan penurunan berat badan segar adalah serupa di semua kondisi perawatan.

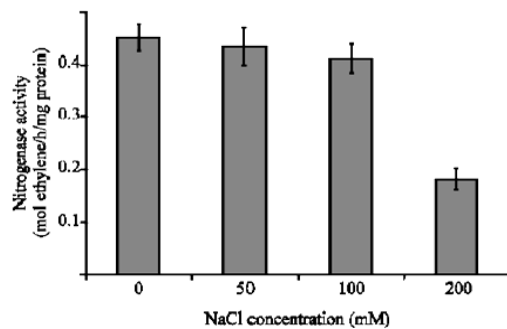
Am. J. Plant Physiol., 5 (6): 350-360, 2010



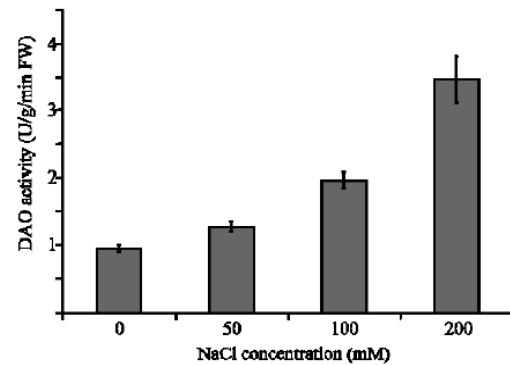
Gambar 1: (a) Pengaruh konsentrasi NaCl pada panjang dan (b) bobot segar bibit kedelai. Biji ditabur dan diolah dengan 0, 50, 100 dan 200 mM NaCl. Hasilnya disajikan sebagai Mean±SD dari lima percobaan.

Fiksasi Nitrogen

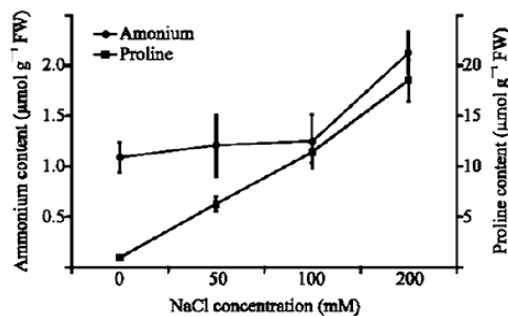
Untuk menunjukkan efektivitas nodul, aktivitas nitrogenase diukur. Dalam 50 konsentrasi 100 mM NaCl tidak ada perubahan yang diamati dalam aktivitas nitrogenase. Aktivitas Nitrogenase, bagaimanapun, memiliki penurunan 60% pada konsentrasi 200 mM (Gambar 2).



Gambar. 2 : Pengaruh konsentrasi garam yang berbeda pada nitrogenaseacts nodules. Hasilnya disajikan sebagai MeanstSD dari lima percobaan.



Gambar. 4: Pengaruh konsentrasi NaCl yang berbeda pada aktivitas DAO pada bibit kedelai. Nilai adalah eksperimen independen yang bersifat offive dan disajikan sebagai MeanstSD



Gambar. 3 : Pengaruh konsentrasi garam yang berbeda pada konten ammonium nodul. Nilai adalah eksperimen independen yang bersifat offive dan disajikan sebagai MeanstSD

Konten Amonium

Kandungan amonium dari nodul kedelai tidak meningkat secara signifikan dengan kadar garam adalah 50 dan 100 mM. Konsentrasi garam 200 mM, namun, menghasilkan peningkatan yang signifikan (100960) dari kandungan amonium (Gambar 3).

Pengaruh NaCl pada Akumulasi Prolin

Untuk menentukan apakah prolin terakumulasi sebagai tanggapan terhadap salinitas, konten prolin bebas diukur. Hasilnya menunjukkan peningkatan 7, 12 dan 20 kali lipat dalam konten proline diamati ketika diobati dengan 50, 100 dan 200 mM NaCl stres, masing-masing (Gambar 3).

Pengaruh NaCl pada Aktivitas DAO

Untuk mengevaluasi katabolisme poliamina di bawah salinitas, aktivitas DAO ditentukan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aktivitas DAO meningkat dengan meningkatnya konsentrasi NaCl. Aktivitas DAO meningkat 34 dan 107 dan 265Y4 dari kontrol (Gambar 4).

Penentuan Isi K', Na', Ca "dan Mg"

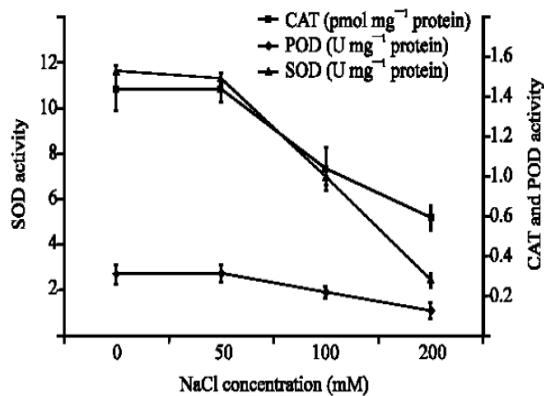
Untuk menyelidiki pengaruh tekanan garam pada K', Na', Ca "dan Mg" isi kedelai, konsentrasi ion ini pada 0, 50, 100 dan 200 mM NaCl. Salinitas mempengaruhi kandungan biji K' dan kandungan K' menurun dengan meningkatkan salinitas.

Tabel 1 : K⁺, Na⁺, Ca²⁺, Mg²⁺ concentration and K⁺/Na⁺ ratio of soybean seedlings

K ⁺ (mg g ⁻¹ FW)	Na ⁺ (mg g ⁻¹ FW)	K ⁺ /Na ⁺ ratio	Ca ²⁺ (mg g ⁻¹ FW)	Mg ²⁺ (mg g ⁻¹ FW)
2,71±0,29	0,18±0,03	14,59±2,03	0,44±0,04	0,23±0,03
2,25±0,20	0,44±0,03	5,57±0,36	0,28±0,04	0,15±0,01
1,88±0,21	0,59±0,04	2,90±0,48	0,23±0,02	0,14±0,02
1,64±0,20	0,85±0,06	2,18±0,34	0,19±0,03	0,15±0,02

Values are the mean of five independent experiments and presented as Means±SD

Sumber: Mariska (2013)



Gambar. 5: Pengaruh konsentrasi garam yang berbeda pada aktivitas enzim nodul antioksidan. Nilai adalah eksperimen independen yang bersifat offive dan disajikan sebagai MeanstSD

Hasil menunjukkan bahwa kandungan K⁺ berkurang 19, 31 dan 40% ketika diperlakukan dengan 50, 100 dan 200 mM NaCl, masing-masing (Tabel 1).

Kandungan Na⁺ dari bibit meningkat secara signifikan dengan meningkatnya tingkat salinitas (Tabel 1). Kecenderungan akumulasi Na⁺ berbeda dari yang K⁺ dan meningkat 2, 3 dan 5 kali lebih dari kontrol ketika diperlakukan oleh 50, 100 dan 200 mM NaCl, masing-masing.

Rasio K⁺ / Na⁺ dipengaruhi secara signifikan oleh tingkat salinitas. Peningkatan kadar salinitas menyebabkan penurunan rasio K⁺ / Na⁺. Rasio K⁺ / Na⁺ bibit pada 50, 100 dan 200 mM NaCl adalah 33, 21 dan 13% dari kontrol.

Isi Ca²⁺ dan Mg²⁺ menurun secara signifikan ketika konsentrasi perlakuan salinitas meningkat (Tabel 1). Ca²⁺ menurun 36, 46 dan 57% ketika diobati dengan 50,

100 dan 200 mM NaCl, masing-masing. The Mg²⁺ menunjukkan respon yang sama dengan peningkatan salinitas. Mg²⁺ isi bibit yang diperlakukan dengan 50, 100 dan 200 mM NaCl adalah 36, 38 dan 33% dari kontrol.

Generasi Stres Oksidatif Untuk mengevaluasi stres oksidatif yang dihasilkan oleh kondisi garam, enzim antioksidan ditentukan dalam tanaman kedelai yang dikenai 0, 50, 100 atau 200 mM NaCl. Dengan mempertimbangkan fakta bahwa stres oksidatif dapat diproduksi oleh penurunan pertahanan antioksidan, aktivitas enzim antioksidan utama, seperti SOD, CAT dan POD dianalisis. Aktivitas SOD, CAT dan POD tidak menurun secara signifikan dengan 50 mM NaCl (Gbr. 5). Namun kadar salinitas yang lebih tinggi mengakibatkan penurunan aktivitas SOD, CAT dan POD. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar. 5, SOD, CAT dan POD kegiatan menurun dengan 100 dan 200 mM NaCl sampai 60 dan 21, 67 dan 47 dan 71 dan 40% dari kontrol, masing-masing.

Kesimpulan

Salinitas pada tingkat tertentu (200 mM.) Mempengaruhi pertumbuhan tanaman, komposisi mineral, kandungan prolin, enzim antioksidan pada tanaman kedelai.

Daftar Pustaka

- Aebi, H., 1984. Katalase in vitro. *Metode Enzymol.*, 105: 121-126.
- Aghaei, K., ALA. Ehsanpour, A.H. Shah dan S. Komatsu, 2009. Analisis protein dari hypocotyl kedelai dan akar di

- bawah tekanan garam. *Asam Amino*, 36: 91-98.
- Arshi, A., M.Z. Abidin dan M. Iqbal, 2005. Efek amelioratif dari CaCl₂ pada pertumbuhan, ionik hubungan dan konten proline dari Senna di bawah tekanan salinitas. *J. Plant Nutr.*, 28: 101-125.
- Ashraf, M. dan P.J.C. Harris, 2004. Potensi indikator biokimia toleransi salinitas di tanaman. *Plant Sci.*, 166: 3-16.
- Aziz, A., J. Martim-Tanguy dan F. Larher, 1998. Perubahan yang ditimbulkan oleh stres dalam kadar poliamina dan tyramine dapat mengatur akumulasi proline pada daun tomat yang diperlakukan dengan natrium klorida. *Physiol. Plant.*, 104: 195-202.
- Balestrasse, K.B., G.O. Noriega, A. Batlle dan M.L. Tomaro, 2005. Keterlibatan heme oksigenase sebagai pertahanan antioksidan pada nodul kedelai. *Radic Gratis. Res.*, 39: 145-151.
- Banzai, T., G. Hershkovits, D.J. Katcoff, N. Hanagata, Z. Dubinsky, dan I. Karube, 2002. Identifikasi dan karakterisasi transkrip mRNA secara diferensial dinyatakan sebagai tanggapan terhadap salinitas tinggi dengan cara tampilan berbeda di mangrove, *Bruguiera gymnorrhiza*. *Plant Sci.*, 162: 499-505.
- Bartels, D. dan R. Sunkar, 2005. Kekeringan dan toleransi garam pada tanaman. *Crit. Pdt. Tanaman. Sci.*, 24: 23-58.
- Bates, L.S., R.P. Walderren dan I.D. Teare, 1973. Penentuan cepat proline gratis untuk studi air. *Tanam Tanah*, 39: 205-207.
- Beauchamp, C. dan I. Fridovich, 1971. Superoksida dismutase meningkatkan tes dan uji yang berlaku untuk gel akrilamida. *Anal. Biochem.*, 44: 276-286.
- Benlloch-Gonzalez, M., J. Fournier, J. Ramos dan M. Benlloch, 2005. Strategi yang mendasari toleransi garam dalam halofita hadir dalam *Cynara cardunculus*. *Plant Sci.*, 168: 653-659.
- Bergmeyer, H.U., 1974. *Metode Analisis Enzimatik*. 2nd Edn., Academic Press, New York, ISBN: 0895732424, pp: 534.
- Beyer, W.F. dan I. Fridovich, 1987. Pengaruh hidrogen peroksida pada superoksida dismutase besi-kontinum dari *Escherichia coli*. *Biokimia*, 26: 1251-1257.
- Bhivare, V.N. dan J.D. Nimbalkar, 1984. Garam efek stres pada pertumbuhan dan nutrisi mineral Kacang Perancis. *Tanam Tanah*, 80: 91-98.
- Boddi, B., IL. Evertsson, M. Ryberg dan C. Sundqvist, 1996. Transformasi protochlorophyllide dan akumulasi klorofil dalam epikotil kacang (*Pisum sativum*). *Phys. Plant.*, 96: 706-713.
- Bouchereau, A., A. Aziz, F. Lahrer dan J. Martim-Tanguy, 1999. Poliamina dan tantangan lingkungan: Perkembangan terkini. *Plant Sci.*, 140: 103-125.
- Epstein, E., J.D. Norlyn, D.W. Rush, R.W. Kinsbury, D.B. Kelly, G.A. Cunningham dan A.F. Wrona, 1980. Budaya budidaya tanaman: Sebuah pendekatan genetik. *Sains*, 210: 399-404.
- Essa, T.A., 2002. Pengaruh cekaman salinitas terhadap pertumbuhan dan komposisi nutrisi tiga kultivar kedelai (*Glycine max* L. Merrill). *J. Agron. Crop Sci.*, 188: 86-93.
- Fabre, F. dan C. Planchon, 2000. Nitrogen nutrisi, hasil dan kandungan protein dalam kedelai *Plant Sci.*, 152: 51-58.
- Foyer, C.H. dan G. Noctor, 2003. Redoks penginderaan dan sinyal yang terkait dengan oksigen reaktif dalam kloroplas, peroisom dan mitokondria. *Physiol. Plant.*, 119: 355-364.
- Gaspar, T., T. Frank, B. Bisbis, C. Kevers, L. Jouve, J.F. Hausman dan J.

Dommes, 2002. Konsep dalam fisiologi stres tanaman. Aplikasi untuk menanam kultur jaringan. *Plant Growth Regul.*, 37: 263-285.